

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-050371
(43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.Cl. H01M 8/04
H01M 8/00
H01M 8/06

(21)Application number : 2000-237117
(22)Date of filing : 04.08.2000

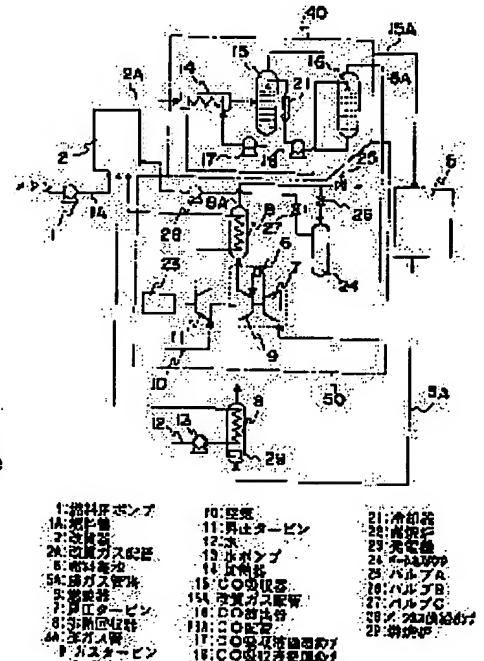
(71)Applicant : BABCOCK HITACHI KK
(72)Inventor : IMADA NORIYUKI
KAKO HIROYUKI
KAMO YUICHI

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a fuel cell system which is effective by removing sufficient volume of CO and at the same time utilizing the removed CO as fuel and which enables a safe stopping operation without the catalyst deterioration.

SOLUTION: The fuel cell system comprises a CO absorber 15 which separates CO that is contained in the reformed gas generated by a reformer 2 by absorbing it in the CO absorbing solution, a heater 14 which heats the CO absorbing solution that has absorbed the CO, a CO discharging unit 16 which discharges the CO from the heated CO absorbing solution, a cooler 21 which cools the CO absorbing solution that has discharged CO, and a pipe line that connects these equipment, and heat energy is taken out by introducing the separated CO into a gas turbine system 50 or a combustion furnace 22. The exhaust gas from the gas turbine 9 or the combustion furnace 22 is stored in a purge gas tank 24 and the stored exhaust gas is utilized during stopping of the fuel cell system, and the inside of the reformer 2 and the reform gas piping are made to be purged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】炭素系気体燃料から水素含有ガスを生成する改質器と、前記水素含有ガスを燃料として発電する燃料電池とを含んで構成された燃料電池システムにおいて、前記改質器から燃料電池に水素含有ガスを導く管路に、水素含有ガスから一酸化炭素のガスを分離する一酸化炭素分離手段を介装し、かつ、該一酸化炭素分離手段で分離された一酸化炭素を燃料とする小型ガスターピンを設けたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】炭素系気体燃料から水素含有ガスを生成する改質器と、前記水素含有ガスを燃料として発電する燃料電池とを含んで構成された燃料電池システムにおいて、前記改質器から燃料電池に水素含有ガスを導く管路に、水素含有ガスから一酸化炭素のガスを分離する一酸化炭素分離手段を介装し、かつ、該一酸化炭素分離手段で分離された一酸化炭素を燃料として前記改質器に供給する空気を加熱する燃焼炉を設けたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項3】請求項1または2に記載の燃料電池システムにおいて、前記小型ガスターピンもしくは燃焼炉の排ガスを貯蔵する排ガス貯蔵手段と、前記排ガス貯蔵手段と改質器とを弁を介して連通するバージガス配管を設けたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項4】請求項1乃至3のうちのいずれか1項に記載の燃料電池システムにおいて、前記一酸化炭素分離手段は、前記改質器の水素含有ガス出側に加熱側流体入口を接続して配置された加熱器と、この加熱器の加熱流体出側に水素含有ガス入り側を接続して配置され循環される一酸化炭素吸収液に水素含有ガスに含まれる一酸化炭素を吸収させる一酸化炭素吸収器と、前記加熱器の被加熱流体出側に一酸化炭素吸収液入り側を接続して配置され、一酸化炭素吸収液から一酸化炭素を放出させる一酸化炭素放出器と、この一酸化炭素放出器の一酸化炭素吸収液出側を冷却器を介して前記加熱器の加熱流体出側に接続する管路と、前記一酸化炭素吸収器の一酸化炭素吸収液出側を前記加熱器の被加熱流体入り側に接続する管路と、前記加熱器の加熱流体出側を前記一酸化炭素吸収器の水素含有ガス入り側に接続する管路と、を含んで構成されていることを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

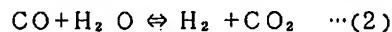
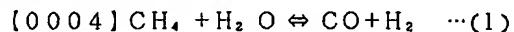
【発明が属する技術分野】本発明は炭素系燃料から水素含有ガスを製造し、この水素含有ガスを燃料として発電する燃料電池システムに係り、特に固体高分子型燃料電池(PEFC)を用いた燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】炭素系燃料から水素含有ガスを製造し、この水素含有ガスを燃料として発電する燃料電池システムの従来技術の例を説明する。燃料としては、都市ガス、LPG、メタノール、ガソリン、軽油などの炭素系

燃料が使用されるが、ここでは、都市ガスの主要成分であるメタンを例にとり説明する。

【0003】まず、改質器に燃料であるメタンと水蒸気と空気を投入する。改質器の中では、次の反応により、水素含有ガスが発生する。



上記(1)式は吸熱反応であり、この反応を継続するためには熱を供給する必要がある。この熱供給方法として、外部加熱方式と内部加熱方式がある。外部加熱方式は、反応管(改質器)の外部より、ヒータあるいはバーナなどの加熱手段を用いて、熱を加える方式である。一方、内部加熱方式は、反応管(改質器)内に空気を投入し、燃料であるメタンとの燃焼反応により発生する熱を利用する方法である。この方法の場合は、水素含有ガスの組成には多量の窒素が含まれることとなる。

【0005】いずれの方法においても、上記の(1)、(2)式で表される反応は平衡反応であるので、改質器から発生する水素含有ガスには、数%程度のCOが含まれる。このCOは固体高分子型燃料電池の燃料極表面に使用される白金表面に吸着し、発電量を低下させるため、燃料電池に供給する水素含有ガスのCO濃度を10ppm以下にする必要がある。そのために、従来の燃料電池システムにおいては、改質器で生成された水素含有ガスのCO濃度を低減させるCO選択酸化器が設置されている。CO選択酸化器にはCOだけを選択的に燃焼させるCO選択酸化触媒(Pt, Rhなど)が充填されており、改質器で生成された水素含有ガスとCO燃焼用空気をCO選択酸化器に投入することで、COをCO₂に変化させて、水素含有ガスのCO濃度を10ppm程度まで低減している。なお、CO選択酸化器には、反応温度制御のため、冷却水を循環させる構成となっている。

【0006】また、燃料電池の燃料極に投入された水素含有ガスは、含まれる水素のほとんど(約90%程度)が電池内で反応し、電気及び熱エネルギーに変換される。燃料極出口からは、残り10%の水素を含んだ排ガスが排出される。そこで、この未使用水素は燃焼装置によって燃焼し、熱エネルギーとして回収した後、排ガスは系外に放出している。

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、改質器で生成された水素含有ガス(改質ガス)中に含まれるCOを除去するために酸素を投入し、酸化反応によってCOをCO₂に変えている。そのため、本来燃料として使えるエネルギーを無駄に消費している。また、CO選択酸化触媒を使用することで、ある程度COを選択的に酸化しているが、実際には等モルかその倍程度の水素も同時に燃焼してしまい、その分改質器で発生した水素を消費してしまっている。

【0007】さらに、CO選択酸化触媒の温度特性(動作温度とCO除去率との関係)の問題がある。CO選択

酸化触媒の温度特性は、図5に示すように、使用可能な動作温度範囲が150～200°Cと非常に狭く、この温度範囲をはずれると、CO除去率が大幅に低下する。CO選択酸化器内部の温度を上記温度範囲に厳密に制御するためには、燃焼用空気を多段に投入することによる反応熱の分散化や、冷却水の分割制御などが必要となり、複雑な装置構成及び制御システムが必要となる。

【0008】また、上記従来技術においては、停止操作時に各種触媒が劣化してしまうという問題がある。燃料電池システムを停止する際は、改質器から燃料電池への水素含有ガス供給を止めることになる。しかし、配管中に水素含有ガスを残すことは安全上好ましくないので、何らかのガスで配管中の水素含有ガスを置換する必要がある。年間に数回程度しか停止作業を行わない産業プラントなどの設備においては窒素ガスピンベ等を設置し、窒素ガスで水素含有ガスを置換する方法が考えられる。しかし、家庭用や小規模な設備への適用を考えた場合、日単位での頻繁な停止作業が発生するので、窒素スピンベなどを設けることはコスト的にも不可能である。そのため、従来は空気を使ったバージを行なっている。しかし、改質触媒などの触媒は、起動、停止時には空気と触れることで酸化状態となり、定常運転時は還元状態となるので、起動、停止のたびに、触媒は酸化、還元状態を繰り返すこととなり、これが触媒の性能低下の原因となっている。さらに、触媒を酸化状態から還元状態にするためには時間がかかるために、燃料電池システムの起動時間を長くする要因のひとつとなっている。

【0009】本発明の目的は、第1に、十分なCO除去を行なうと同時に除去したCOを燃料として使用することで効率のよい燃料電池システムとすることにある。第2には、安全かつ触媒劣化のない停止操作を実現することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的は、改質器で生成された水素含有ガスに含まれるCOをCO吸收液に吸収させて分離する一酸化炭素分離手段を設け、分離したCOをガスタービンあるいは燃焼炉に導いて熱エネルギーを取り出すことで達成される。

【0011】上記第2の目的は、ガスタービンあるいは燃焼炉の排ガスを貯蔵する排ガス貯蔵手段を設け、燃料電池システム停止時に貯蔵した排ガスを使用して、改質器内及び水素含有ガス配管をバージすることで達成できる。

【0012】COを分離する一酸化炭素分離手段は、COを吸収、放出するCO吸收液に水素含有ガス中のCOを吸収させるCO吸收器と、COを吸収したCO吸收液を加熱する加熱器と、加熱されたCO吸收液からCOを放出させるCO放出器と、COを放出したCO吸收液を冷却する冷却器と、これら機器間を接続する管路を含んで構成する。

【0013】CO吸收液としては、一価の銅の化合物を溶解した溶液を用いる。例えば、Cu(I)/HMPA (HMPA:ヘキサメチルホスホルアミド)を溶媒に溶解した溶液、Cu(I)/Mgを溶媒に溶解した溶液などがある。

【0014】CO吸收液のCO吸収量は、温度が低いと多く、温度が高くなると少なくなる。Cu(I)/HMPA溶液の温度特性を、横軸に温度(°C)を取り、縦軸にCO吸収量の比をとって図2に示す。図2から、低温(約50°C)では多量のCOを吸収し、高温(約100°C)では、COの吸収量が低いことが分かる。このCO吸收液の図中の矢印の領域の温度特性を利用して、改質ガス中のCOを分離し、分離したCOを熱エネルギー源として利用する。

【0015】まず、改質器で生成された改質ガスは、CO吸收器でCO吸收液と接触する。このとき、CO吸收器におけるCO吸收液の温度は50°Cを目標値として制御されており、ほとんどのCOがCO吸收液に吸収される。COが除去された改質ガスは、燃料電池に送られる。一方、COを吸収したCO吸收液は、加熱器で100°C程度に昇温され、CO放出器に導かれる。CO放出器に導かれたCO吸收液は、吸収しきれなくなったCOを放出した後、冷却器で50°Cに冷却されてCO吸收器に流入し、上記手順を繰り返す。

【0016】CO放出器でCO吸收液から放出されたCOは、ガスタービンあるいは燃焼炉に導かれて空気との燃焼反応により、CO₂とN₂ガスとなる。CO₂、N₂ガスは化学的に安定なガスであり、触媒に対しても不活性であり、また、H₂Oも含まないため、改質器のバージガスとして使うことができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態である燃料電池システムを図1に示す。図示の燃料電池システムは、燃料である都市ガスを水素リッチなガス(改質ガス)に改質する改質器2と、改質器2に接続された一酸化炭素分離手段40と、一酸化炭素分離手段40に接続された出力3kWの固体高分子型燃料電池(以下、燃料電池という)5と、燃料電池5に接続された燃焼炉29と、一酸化炭素分離手段40および改質器2に接続された小形ガスタービンシステム50と、を含んで構成されている。

【0018】改質器2には、燃料用ポンプ1で加圧された都市ガスが送り込まれる燃料管1A及び生成された改質ガスを送り出す改質ガス配管2Aが接続されている。

【0019】一酸化炭素分離手段40は、加熱流体流路と被加熱流体流路を備えた加熱器14と、加熱器14の加熱流体流路出側に改質ガス入口を接続して設けられたCO吸收器15と、前記加熱器14の被加熱流体流路出側にCO吸收液入口を接続して設けられたCO放出器16と、CO放出器16の底部に吸い込み側を接続し、吐

出側を冷却器21を介装した管路でCO吸收器15のCO吸收液入口に接続して設けられたCO吸收液循環ポンプ18と、CO吸收器15の底部に吸い込み側を接続し、吐出側を加熱器14の被加熱流体入口に接続して設けられたCO吸收液循環ポンプ17と、を含んで構成されている。

【0020】CO吸收器15の頂部には、COが分離されたあとの改質ガスを送り出す改質ガス配管15Aが接続されており、この改質ガス配管15Aの下流端が前記燃料電池5に接続されている。また、前記改質ガス配管2Aの下流端が、加熱器14の加熱流体入り側に接続されており、改質器2から送り出された改質ガスは、改質ガス配管2A、加熱器14の加熱流体流路、CO吸收器15内部、改質ガス配管15Aを経て、燃料電池5に流入するようになっている。

【0021】CO吸收器15は、軸線を上下方向にして配置された円筒状の容器で、内部に導入された改質ガスにCO吸收液が散布されて気液接触を行いつつ、改質ガス中のCOがCO吸收液に吸収され、COを吸収したCO吸收液は、容器底部に流れ落ちるようになっている。容器底部に流れ落ちたCO吸收液は、CO吸收液循環ポンプ17により加圧され、加熱器14の被加熱流体流路に導かれるようになっている。

【0022】CO放出器16も軸線を上下方向にして配置された円筒状の容器で、COを吸収したCO吸收液が上部から散布され、散布されたCO吸收液がCOを放出しつつ容器底部に流れ落ちるようになっている。容器底部に流れ落ちたCO吸收液は、CO吸收液循環ポンプ18により加圧され、冷却器21を経てCO吸收器15に導かれるようになっている。CO放出器16の頂部には、CO吸收液から放出されたCOを送り出すCO配管16Aが接続されている。

【0023】小形ガスタービンシステム50は、ガスタービン9と、このガスタービン9で駆動される昇圧タービン7、11及び発電機23と、昇圧タービン7で昇圧されたCOを燃焼して燃焼ガスを生成する燃焼器6と、ガスタービン9の排ガスの熱を回収する排熱回収器8と、排熱回収器8の排ガス出側に接続されバルブA25を介装した排ガス管8Aと、この排ガス管8Aの前記バルブAよりも上流側にバルブB26を介して接続された排ガス貯蔵手段であるバージガスタンク24と、吸い込み側をバルブC27を介してバージガスタンク24に接続し、吐出側を改質器2に接続したバージガス供給ポンプ28と、を含んで構成されている。

【0024】前記排熱回収器8は、排ガス流路と、この排ガス流路に伝熱面を介して隣接配置された空気流路を備えている。ガスタービン9の排ガス出側は排熱回収器8の排ガス流路に接続されている。また、前記昇圧タービン11は導入される空気を昇圧し、昇圧された空気は排熱回収器8の空気流路を経て改質器2に導かれるよう

になっている。

【0025】前記燃焼炉29は、その内部に、燃焼器と、水ポンプ13で加圧された水が流れる排熱回収器8とを備え、排熱回収器8の出側は、改質器2に接続されている。燃焼炉29は、燃料電池5に排ガス管路5Aを介して接続され、燃料電池5から排出される排ガス中の未燃水素を前記燃焼器で燃焼させるようになっている。この燃焼による熱は、内装された排熱回収器8を流れる水に回収され、熱回収した水は水蒸気となって改質器2に供給される。

【0026】各部の動作状況を以下に説明する。まず、燃料用ポンプ1により加圧された1m³ N/hの都市ガス、昇圧タービン11で昇圧された3.0m³ N/hの空気10、及び水ポンプ13で昇圧された2.4kg/hの水12が、それぞれ改質器2に投入される。水12は、排熱回収器8で加熱され、水蒸気の形で投入される。改質器2では、部分酸化反応と水蒸気改質反応により、水素リッチなガス（改質ガス）が発生する。本実施の形態では、改質器2にCOコンバータを含めているので、改質器2より放出される改質ガスの温度は200°Cとなっている。本実施の形態で得られた改質ガス組成の一例を図4に示す。図示のように、水素濃度が37%、CO濃度が1%である。なお、本実施の形態では、空気と都市ガスの燃焼反応により、改質反応に必要な熱が供給される。

【0027】上記改質ガスは、加熱器14でCO吸收液と熱交換することで自身の温度を50°Cに低下させたのち、CO吸收器15に投入される。CO吸收器15では、CO吸收器15上方から散布されるCO吸收液と改質ガスが気液接触することで、改質ガス中のCOがCO吸收液によって吸収される。

【0028】CO吸收液としては、一価の銅の化合物を溶解した溶液を用いる。本実施の形態では、CO吸收液として、一価の銅とHMPA（ヘキサメチルホスホルアミドの略称）の錯体化合物であるCu(I)/HMPAを、トルエンなどの溶媒に溶解した溶液を使用しており、その特性を図2、図3に示す。なお、Cu(I)/HMPAの代わりにCu(I)/Mgを用いてもよいし、溶媒にトルエン以外のものを用いてもよい。図2では、温度に対するCO吸收量の特性を示している。CO吸收器15内は、目標温度を50°Cに制御しており、CO吸收液の吸収能力が非常に高いことが分かる。図3では、改質ガスの流量とCO吸收液量との比に対するCO吸収率の変化を示す。これより、改質ガスの流量とCO吸收液量との比を75以上にすれば、ほぼ100%の吸収率となることが分かる。本実施例では、この値が100になるように、CO吸收液の循環量を10L/分と設定した。

【0029】CO吸收器15でCOを除去した後の改質ガスが燃料電池5に投入され、改質ガス中の水素が酸素

極に投入された空気中の酸素と反応し、電気を発生する。このとき、投入した水素に対する発電に使われる水素の割合は一般に90%程度である。

【0030】一方、CO吸収器15で改質ガス中のCOを吸収したCO吸収液は、CO吸収液循環ポンプ17で加圧されて加熱器14に送られ、改質ガスと熱交換することで約100°Cに昇温される。昇温されたCO吸収液はCO放出器16に送られる。図2に示すように、100°CになるとCO吸収液に吸収できるCO量が大幅に低下するので、CO放出器16では、CO吸収液とCOガスが分離し、COを放出したCO吸収液は下部より排出され、CO吸収液循環ポンプ18によってCO吸収器15に送出される。このとき、CO吸収液は、冷却器21により冷却され、温度を約50°Cに低下させたのち、CO吸収器15に投入される。

【0031】CO放出器16で分離されたCOガスは、CO放出器16の上部より抜き出され、CO配管16Aを経てガスターピン9に連結された昇圧ターピン7に送られる。昇圧ターピン7で昇圧されたCOガスは燃焼器6で燃焼され、ガスターピン9を駆動する。ガスターピン9から排出された燃焼排ガスは排熱回収器8で熱を回収される。

【0032】排熱回収器8で熱を回収された排ガスは、バージガスタンク24が空の場合は、バルブA25とバルブC27を閉じ、バルブB26を開いて、バージガスタンク24に蓄えられる。ここで、バージガスタンク24の容量はバージする側の容量以上に設定してある。本実施の形態では、システム停止時に改質器2から燃料電池5までの間の改質ガスの流路をバージガスで満たすことをとしたので、この間の容量の1.5倍の容量をバージガスタンク24の容量とした。バージガスタンク24が排ガスで満たされると、バルブB26が閉じられ、バルブA25が開かれて排ガスは大気に放出される。

【0033】システムの停止操作時には、改質器2への都市ガス（メタン）、空気、蒸気の供給を停止し、バルブA25、B26を閉じるとともにバージガス供給ポンプ28を起動し、バルブC27を開とする。この操作により、バージガスタンク24内のバージガスは改質器2及び改質器2から燃料電池5に至る改質ガスの流路に満たされる。バージガスタンク24内のガス（バージガス）はCO₂とN₂とから構成される不活性ガスであり、酸素を含まないので改質器2に充填されても、改質器2内の触媒が酸化状態になることはない。また、COを燃料として燃焼した排ガスであるために水分をほとんど含まず、触媒表面で水分が結露するといった問題もない。

【0034】本実施の形態によれば、改質ガスのCO濃度が必要な低濃度になるまでCO除去を行なうと同時に除去したCOを燃料として使用することで効率のよい燃料電池システムとすることができた。また、除去したC

Oを燃焼させた燃焼排ガスを停止操作時にバージガスとして用いるので、安全かつ触媒劣化のない停止操作を実現することができた。また、従来システムにおいて、複雑な制御が必要とされていた機器構成を簡素化することができ、製作コストを低減することができた。

【0035】本発明の第2の実施の形態を図6を参照して説明する。本実施の形態が前記第1の実施の形態と異なるのは、燃焼器6、昇圧ターピン7、1.1、排熱回収器8、ガスターピン9、及び発電機23に代えて、排熱回収器8を内装した燃焼炉22を設け、この排熱回収器8で加熱された空気を改質器2に供給するようにした点である。バージガスタンク24には、燃焼炉22の燃焼排ガスが充填される。他の構成は前期第1の実施の形態と同じなので、同一の符号を付して説明を省略する。

【0036】燃焼炉22で発生した熱で空気を加熱する代わりに、発生した熱を使って蒸気を発生し、改質器2に投入する蒸気、あるいは燃料電池5の電極を加湿するための蒸気として利用してもよい。

【0037】本実施の形態においても、前記第1の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0038】

【発明の効果】本発明によれば、従来無駄に消費していたCOの熱量及びCOを除去するために消費されていた水素を効率的に利用することができ、システムの高効率化を達成することができる。

【0039】さらに、停止操作による触媒の劣化を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の要部構成を示す系統図である。

【図2】図1に示す実施の形態に使用した一酸化炭素吸収液の温度と一酸化炭素吸収量との関係を示す概念図である。

【図3】図1に示す実施の形態に使用した一酸化炭素吸収液の液ガス比と脱CO率との関係を示す概念図である。

【図4】図1に示す実施の形態における改質器出口におけるガス組成の例を示す図である。

【図5】従来技術で使用されるCO選択酸化触媒の温度とCO除去率との関係を示す概念図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態の要部構成を示す系統図である。

【符号の説明】

1 燃料用ポンプ

1A 燃料管

2 改質器

2A 改質ガス配管

5 燃料電池

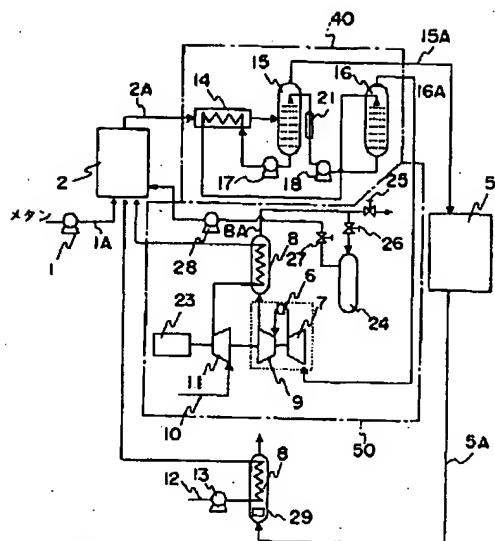
5A 排ガス管路

6 燃焼器

- 7 昇圧タービン
- 8 排熱回収器
- 8A 排ガス管
- 9 ガスタービン
- 10 空気
- 11 昇圧タービン
- 12 水
- 13 水ポンプ
- 14 加熱器
- 15 CO吸收器
- 15A 改質ガス配管
- 16 CO放出器
- 16A CO配管

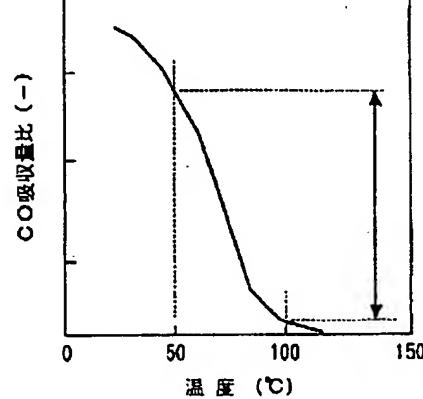
- * 1 7 CO吸収液循環ポンプ
- 1 8 CO吸収液循環ポンプ
- 2 1 冷却器
- 2 2 燃焼炉
- 2 3 発電機
- 2 4 バージガスタンク
- 2 5 パルブA
- 2 6 パルブB
- 2 7 パルブC
- 10 2 8 バージガス供給ポンプ
- 2 9 燃焼炉
- 4 0 一酸化炭素分離手段
- * 5 0 小形ガスターピンシステム

(图 1)

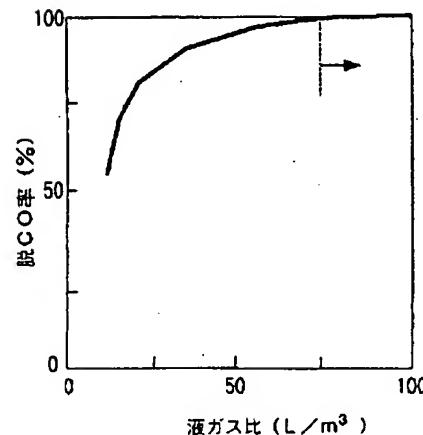


1:燃料用ポンプ	10:空気	21:冷却器
1:燃科管	11:昇圧ターピン	22:燃焼炉
2:改善管	12:水	23:電気炉
2:改善ガス配管	13:水泵	24:ガーランド
3:燃科電池	14:加熱器	25:バルブA
3:ガスバッフル	15:CO吸収装置	26:バルブB
4:燃焼器	16:CO放出装置	27:バルブC
7:昇圧ターピン	17:CO配管	28:ガーランド供給ポンプ
8:加熱回収器	18:CO配管	29:燃焼炉
8:ガス管	19:CO吸収装置	
9:ガスターピン	20:CO吸収装置	
9:ガスバッフル	21:CO吸収装置	

〔図4〕

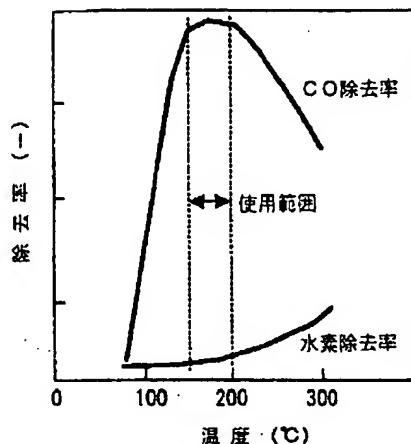


[図3]

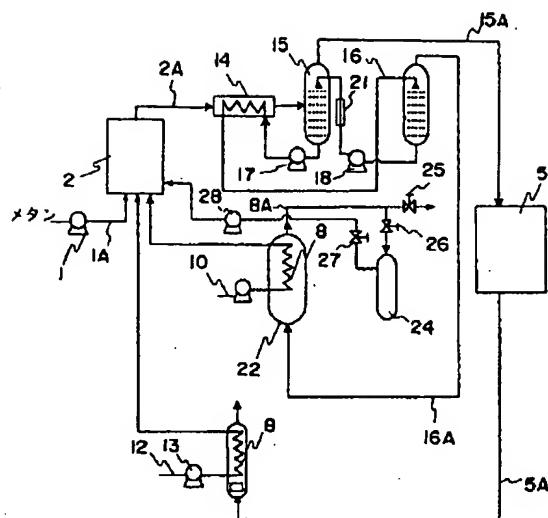


	濃度 (vol%)
H ₂	37
CO ₂	13
CO	1
H ₂ O	13
N ₂	33

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 加茂 友一
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
 式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 5H027 AA06 BA01 BA09 BA16 DD02
 MM08